

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 065 401 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
03.01.2001 Patentblatt 2001/01(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F16D 48/08

(21) Anmeldenummer: 00113852.8

(22) Anmeldetag: 30.06.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI(72) Erfinder:  
• Auweller, Juergen  
50259 Pulheim (DE)  
• Buerle, Peter  
76275 Ettingen (DE)

(30) Priorität: 30.06.1999 DE 19929998

(71) Anmelder:  
Ford Global Technologies, Inc.,  
A subsidiary of Ford Motor Company  
Dearborn, Michigan 48126 (US)(74) Vertreter:  
Drömer, Hans-Carsten, Dipl.-Ing. et al  
Ford-Werke Aktiengesellschaft,  
Patentabteilung NH/DRP,  
Henry-Ford-Strasse 1  
50725 Köln (DE)

## (54) Kupplungssteuerung mit Regelung eines Solldrehmomentwertes bei einem Anfahrvorgang

(57) Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit Vorrichtung zur automatisierten Betätigung einer Kupplung im Antriebsstrang des Kraftfahrzeuges zum komfortablen Anfahren des Fahrzeuges.

Bei einem Anfahrvorgang wird das von der Kupplung übertragbare Drehmoment  $M_K$  als Funktion der Fahrpedalstellung, und/oder der zeitlichen Änderungsgeschwindigkeit der Fahrpedalstellung gesteuert. Durch die bei einer Fahrpedalbetätigung erhöhte Motordrehzahl und das von der Kupplung übertragbare Kupplungsmoment  $M_K$  wird zumindest soviel Drehmoment auf die Antriebsräder übertragen, so daß das Fahrzeug anfährt.

Das von der Kupplung übertragbare Drehmoment  $M_K$  wird gemäß der folgenden Formel gesteuert:

$$M_K = M_{K\_allgemein} \cdot V.$$

Zum Zeitpunkt (110) wird das Fahrpedal betätigt und das Motormoment steigt auf einen vorgebbaren Wert, welcher der Fahrpedalbetätigung entspricht. Gleichzeitig steigt die Motordrehzahl.

Zum Zeitpunkt (112) bei konstanter Motordrehzahl (105), bei konstantem Motormoment (102) und bei konstantem von der Kupplung übertragbarem Drehmoment (103) wird der Faktor  $V$  zur Steuerung des von der Kupplung übertragenen Drehmomentes  $M_K$  gemäß den Figuren 2a oder 2b erhöht.

Dadurch erhöht sich das von der Kupplung übertragbare Drehmoment (103) und die Motordrehzahl (105) sinkt leicht ab. Nach Überschreiten des Maximums von  $M_K$  (103) sinkt  $M_K$  wieder ab, bis zum Zeitpunkt

punkt (113) die Drehzahlgleichheit der Motor- und Getriebedrehzahl erreicht ist.

Durch das Absinken des von der Kupplung übertragbaren Drehmomentes schmiegt sich die Motordrehzahl tangential an die steigende Getriebedrehzahl an.

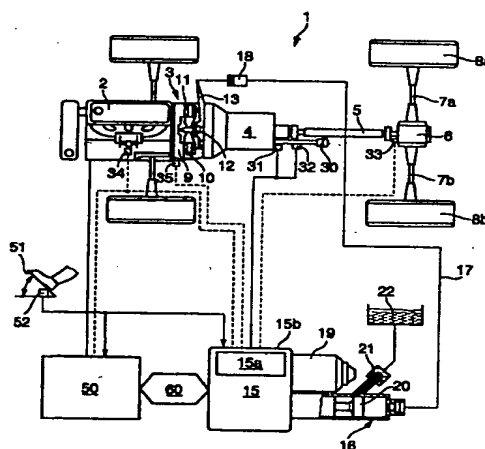


Fig. 1

EP 1 065 401 A2

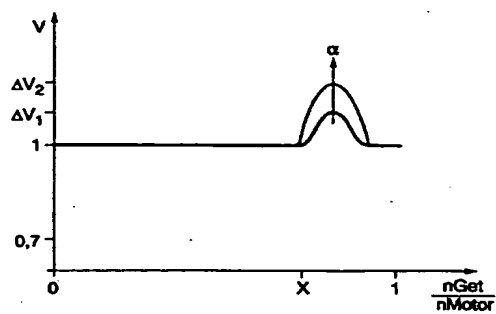


Fig. 2a

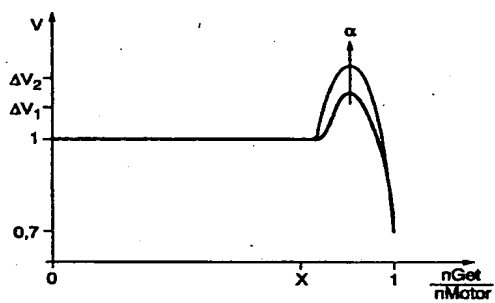


Fig. 2b

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung zur automatisierten Betätigung einer Kupplung im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges.

[0002] Aus der DE 44 09 122 ist eine Vorrichtung zum Regeln einer Kraftfahrzeugkupplung bekannt geworden, bei welcher bei einem Anfahrvorgang die Betätigung in zwei Phasen drehzahleregelt wird. In einer ersten Phase wird die Eingangsdrehzahl zu einer Soll-drehzahl hingeführt und in einer zweiten Phase wird ein Differenzdrehzahlensignal aus der Differenz zwischen einem Eingangsdrehzahlensignal und einem Ausgangsdrehzahlensignal einem vorgegebenen Sollverlauf bis zum Wert Null nachgeführt.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung zur automatisierten Betätigung einer Kupplung und ein Verfahren zur Steuerung zu schaffen, welche bei einem Anfahrvorgang einen hohen Komfort und eine hohe Beschleunigung gewährleistet und gleichzeitig die Reibungsenergie im Bereich der Kupplung reduziert.

[0004] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß bei einem Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung zur automatisierten Betätigung einer Kupplung im Antriebsstrang des Fahrzeuges, mit einem Antriebsmotor und einem Getriebe, mit einer Steuereinheit und einem von der Steuereinheit gesteuerten Aktuator zur Betätigung der Kupplung, wobei bei betätigtem Fahrpedal bei einem Anfahrvorgang das von der Kupplung übertragbare Drehmoment  $M_K$  erhöht wird und im wesentlichen auf einen vorgebbaren Wert  $M_{Soll}$  gesteuert wird, das von der Kupplung übertragbare Drehmoment vor Erreichen der Drehzahlgleichheit zwischen Motordrehzahl und Getriebedrehzahl zumindest kurzfristig erhöht und wieder abgesenkt wird. Dadurch wird erreicht, daß nach Erreichen des Sollwertes der Steuerung  $M_{Soll}$  sich eine nahezu konstante Motordrehzahl bei steigender Getriebedrehzahl einstellt und durch die Erhöhung und anschließende Reduzierung des von der Kupplung übertragbaren Drehmomentes wird die Motordrehzahl kurzfristig reduziert bevor sie anschließend wieder ansteigt. Dadurch wird der Energieeintrag im Bereich der Kupplung reduziert und die Beschleunigung des Fahrzeuges wird gesteigert. Durch ein anschließendes Absenken des von der Kupplung übertragbaren Drehmomentes wird eine tangentielle Annäherung der Motordrehzahl an die Getriebedrehzahl erreicht, so daß bei Drehzahlgleichheit keine Torsionsschwingungen im Antriebsstrang angeregt werden. Somit wird der Einkuppelvorgang bezüglich Beschleunigung des Fahrzeuges, Energiehaushalt und Komfort verbessert.

[0005] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das von der Kupplung übertragbare Drehmoment von dem ersten vorgebbaren Wert  $M_1$  zumindest kurzfristig auf einen erhöhten Wert  $M_2$  erhöht wird und anschließend wieder auf  $M_1$  abgesenkt wird. die Dauer der Erhöhung

und das Maß der Erhöhung kann beispielsweise von der Fahrpedalbetätigung abhängig gewählt werden.

[0006] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist es zweckmäßig, wenn das von der Kupplung übertragbare Drehmoment von dem ersten vorgebbaren Wert  $M_1$  auf einen erhöhten Wert  $M_2$  erhöht wird und anschließend bis zur Drehzahlgleichheit zwischen der Motor- und Getriebedrehzahl wieder abgesenkt wird.

[0007] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Erhöhung des von der Kupplung übertragbaren Drehmomentes von  $M_1$  auf  $M_2$  abhängig von dem Grad  $\alpha$  der Fahrpedalbetätigung erfolgt. Dadurch wird eine vorteilhafte Anpassung der Beschleunigung und der Schlupf-reduzierung an die vom Fahrer eingestellte Fahrpedalbetätigung realisiert, die besonders komfortverbessernd ist.

[0008] In einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist es zweckmäßig, wenn die Erhöhung des von der Kupplung übertragbaren Drehmomentes von  $M_1$  auf  $M_2$  abhängig von der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung des Fahrzeuges erfolgt.

[0009] Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn das von der Kupplung übertragbare Drehmoment nach der Drehzahlgleichheit zwischen Motordrehzahl und Getriebedrehzahl erhöht wird.

[0010] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Figuren näher erläutert, dabei zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeuges,  
Figur 2a ein Diagramm,  
Figur 2b ein Diagramm,  
Figur 3 eine zeitabhängige Darstellung von Fahrzeugdaten.

[0011] Die Figur 1 zeigt ein Kraftfahrzeug 1 mit einem Antriebsmotor 2, mit einer Kupplung 3 und einem Getriebe 4 im Antriebsstrang, wobei dem Getriebe eine Antriebswelle 5 nachgeordnet ist, welche mittels eines Differentiales 6 zwei Antriebswellen 7a und 7b antreibt, welche wiederum die angetriebenen Räder 8a und 8b antreiben. Die Kupplung 3 ist als Trockenreibungskupplung mit Druckplatte 10, Kupplungsscheibe 11, Ausrücklager 12 und Ausrückgabel 13 dargestellt, die auf einem Schwungrad 9 montiert ist, wobei die Kupplung mittels Ausrückgabel 13 mittels eines Aktuators 15 mit einem Geberzylinder 16 einer Druckmittelleitung, wie Hydraulikleitung, 17 und einem Nehmerzylinder 18 beaufschlagt oder betätigt werden kann. Der Aktuator ist mit einer Schnüffelbohrung 21 versehen, welche zu einem Reservoir 22 für das Druckmittel verbunden ist. Der Aktuator ist als druckmittelbetätigter Aktuator dargestellt, welcher einen Elektromotor 19 aufweist, welcher über ein Getriebe den Geberzylinderkolben 20 betätigt, so daß über die Druckmittelleitung 17 und den Nehmerzylinder 18 das Drehmomentübertragungssystem ein- und ausgerückt werden kann.

[0012] Die Betätigung der Kupplung kann bei einem

weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung auch mittels eines rein hydraulisch wirkenden Aktuators mit Pumpe, Druckspeicher und Ventilen und Nehmerzylinder erfolgen, wie dies beispielsweise durch die DE 44 26 260 bekannt geworden ist.

**[0013]** Auch kann die Betätigung der Kupplung bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung auch mittels eines mechanisch-elektromotorisch wirkenden Aktuators mit einem Elektromotor als Antrieb und gegebenenfalls einem nachgeschaltetem Getriebe erfolgen.

**[0014]** Weiterhin umfaßt der Aktuator 15 ein Steuergerät 15a mit einer Steuerelektronik zur Steuerung der Betätigung der Kupplung mittels des Aktuators, wobei die Leistungselektronik und/oder die Steuerelektronik innerhalb des Aktuatorgehäuses 15b angeordnet sein kann. Die Anordnung der Elektronik und des Aktuators kann aber auch innerhalb getrennter Gehäuse realisiert sein.

**[0015]** Das Fahrzeug 1 weist zur Steuerung diverse Sensoren auf, deren Sensorsignale von der Steuereinheit zur Generierung des Steuersignales herangezogen werden. Beispielsweise verfügt das Getriebe 4 über einen Gangschalthebel 30 mit einem Gangerkennungssensor 31 und/oder ein Schaltabsichtssensor 32, welcher/welche eine Betätigung des Gangschalthebels und/oder die Position einer Getriebestellung detektiert.

**[0016]** Weiterhin ist das Fahrzeug mit zumindest einem Drehzahlsensor 33 ausgestattet, welcher die Drehzahl des Getriebes, wie die Getriebeabtriebswelle detektiert. Statt dessen kann auch ein Sensor vorhanden sein, welcher die Getriebeeingangsdrehzahl detektiert. Weiterhin ist ein Drosselklappensensor 34 angeordnet, welcher die Drosselklappenstellung detektiert. Ebenso ist ein Drehzahlsensor 35 vorhanden, welcher die Motordrehzahl detektiert. Auch kann ein Fahrpedalsensor 52 angeordnet sein, welcher das Maß der Betätigung des Fahrpedals 51, wie Gaspedals, detektiert. Statt des Fahrpedalsensorwertes kann auch das Signal des Drosselklappensensors 34 verwendet werden, um ein Maß für die Fahrpedalbetätigung zu erhalten.

**[0017]** Der Gangerkennungssensor 31 detektiert direkt oder indirekt die Position von getriebeinternen Schaltelementen oder den im Getriebe eingelegten Gang, so daß mittels des Signales zumindest der eingelegte Gang von der Steuereinheit 15a registriert wird. Weiterhin kann bei einem analogen Sensor die Bewegung der getriebeinternen Schaltelemente detektiert werden, so daß eine frühzeitige Erkennung des nächsten eingelegten Ganges durchgeführt werden kann. Zwischen den einzelnen Steuergeräten des Kraftfahrzeuges, wie die Steuereinheit 15a der automatisierten Kupplung und der Motorsteuerung 50 besteht eine Datenbusverbindung 60, wie beispielsweise CAN-Bus, wobei die Steuergeräte über diesen Datenbus Signale des Fahrzeuges oder von Zuständen oder Sensordaten senden und/oder empfangen. Beispielsweise kann die

Motorsteuerung die Motordrehzahl ermitteln und über den Datenbus den anderen Steuergeräten zur Verfügung stellen, wie senden, so daß diese anderen Steuergeräte diese Größe nicht noch einmal ermitteln müssen.

**[0018]** Bei einem Anfahrvorgang wird das von der Kupplung übertragbare Drehmoment  $M_K$  als Funktion der Fahrpedalstellung, wie Gaspedal, und/oder der zeitlichen Änderungsgeschwindigkeit der Fahrpedalstellung gesteuert. Durch die bei einer Fahrpedalbetätigung erhöhte Motordrehzahl und das von der Steuereinheit 15a gesteuerte von der Kupplung übertragbare Kupplungsmoment  $M_K$  wird zumindest soviel Drehmoment auf die Antriebsräder übertragen, so daß das Fahrzeug anfährt.

**[0019]** Das von der Kupplung übertragbare Drehmoment  $M_K$  wird gemäß der folgenden Formel gesteuert:

$$M_K = M_{K_{\text{allgemein}}} \cdot V,$$

wobei gilt:

$M_K$  ist das von der Kupplung übertragbare Drehmoment, das auf einen fahrzeugbedingungsabhängigen Sollwert  $M_{\text{Soll}}$  gesteuert wird,  $M_{K_{\text{allgemein}}}$  ist ein allgemeines von der Kupplung übertragbares Drehmoment, das mittels eines Kennfeldes oder einer Kennlinie beispielsweise abhängig von der Motordrehzahl, dem Motormoment und/oder der Fahrpedalbetätigung festgelegt wird und  $V$  ist ein Faktor, der die Feinsteuerung zur Reduzierung der Schlupfdauer und des Schlupfbetrages übernimmt und somit zur Energieeintragsreduzierung im Bereich der Kupplung beträgt.

**[0020]** Die Figuren 2a und 2b zeigen die Abhängigkeit des Faktors  $V$  als Funktion des Quotienten  $n_{\text{Get}}/n_{\text{Motor}}$  zwischen der Getriebedrehzahl  $n_{\text{Get}}$  und der Motordrehzahl  $n_{\text{Motor}}$ . Die Figur 2a zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei welchem kurz vor der Drehzahlgleichheit bei  $n_{\text{Get}}/n_{\text{Motor}} = 1$  bei einem vorgebbaren Wert  $n_{\text{Get}}/n_{\text{Motor}} = x$  ein Anstieg im Faktor  $V$  gesteuert wird. Die Figur 2b zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei welchem kurz vor der Drehzahlgleichheit bei  $n_{\text{Get}}/n_{\text{Motor}} = 1$  bei einem vorgebbaren Wert  $n_{\text{Get}}/n_{\text{Motor}} = x$  ein Anstieg im Faktor  $V$  gesteuert wird. Nach Erreichen des Maximalwertes  $\Delta V$  sinkt der Wert von  $V$  bis zur Drehzahlgleichheit bei  $n_{\text{Get}}/n_{\text{Motor}} = 1$  ab.

**[0021]** Der Wert der Erhöhung  $\Delta V$  kann als Funktion der Fahrpedalbetätigung oder der zeitlichen Änderung der Fahrpedalbetätigung gesteuert werden, so daß gilt:  $\Delta V = f(\dot{a}, d\dot{a}/dt, \dots)$ . Somit können unterschiedliche Werte  $\Delta V_1$  und  $\Delta V_2$  bei verschieden großen Werten der Fahrpedalbetätigung erreicht werden. Der Wert  $x$  des Beginns der Erhöhung kann beispielsweise auch fahrgeschwindigkeitsabhängig und/oder fahrpedalab-

hängig gewählt werden.

[0022] Die Figur 3 zeigt eine zeitliche Darstellung verschiedener Fahrzeuggrößen als Funktion der Zeit  $t$ . Dabei sind die Kurven wie folgt bezeichnet: die Fahrpedalbetätigung oder die Drosselklappenstellung 101; das Motormoment 102; das von der Kupplung übertragbare Drehmoment 103; die Getriebedrehzahl 104 und die Motordrehzahl 105.

[0023] Vor dem Zeitpunkt (110) ist das Fahrpedal unbetätigt, die Kupplung ist ausgerückt. Die Motordrehzahl ist im wesentlichen auf Leerlaufdrehzahl, das Motormoment ist auf dem Schleppmomentwert von ca. -50 Nm und die Getriebedrehzahl ist Null. Zum Zeitpunkt (110) wird das Fahrpedal betätigt und das Motormoment steigt auf einen vorgebbaren Wert, welcher der Fahrpedalbetätigung entspricht. Gleichzeitig steigt die Motordrehzahl. Auch wird die Kupplung automatisiert eingerückt, so daß das von der Kupplung übertragbare Drehmoment 103 ansteigt und sich auf den Wert  $M_1$  einstellt.

[0024] Zum Zeitpunkt (111) ist das Motormoment 102 und die Motordrehzahl 105 nahezu konstant und die Getriebedrehzahl 104 erhöht sich.

[0025] Zum Zeitpunkt (112) bei konstanter Motordrehzahl 105, bei konstantem Motormoment 102 und bei konstantem von der Kupplung übertragbarem Drehmoment 103 wird der Faktor  $V$  zur Steuerung des von der Kupplung übertragenen Drehmomentes  $M_K$  gemäß den Figuren 2a oder 2b erhöht.

[0026] Dadurch erhöht sich das von der Kupplung übertragbare Drehmoment 103 und die Motordrehzahl 105 sinkt leicht ab. Nach Überschreiten des Maximums von  $M_K$  (103) sinkt  $M_K$  wieder ab, bis zum Zeitpunkt (113) die Drehzahlgleichheit der Motor- und Getriebedrehzahl erreicht ist.

[0027] Durch das Absinken des von der Kupplung übertragbaren Drehmomentes schmiegt sich die Motordrehzahl tangential an die steigende Getriebedrehzahl an.

[0028] Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die

[0029] Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmale zu beanspruchen.

[0030] In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

[0031] Die Gegenstände dieser Unteransprüche bilden jedoch auch selbständige Erfindungen, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

[0032] Die Erfindung ist auch nicht auf das (die)

Ausführungsbeispiel (e) der Beschreibung beschränkt. Vielmehr sind im Rahmen der Erfindung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten erfinderisch sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschriften bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

#### Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung zur automatisierten Betätigung einer Kupplung im Antriebsstrang des Fahrzeuges, mit einem Antriebsmotor und einem Getriebe, mit einer Steuereinheit und einem von der Steuereinheit gesteuerten Aktuator zur Betätigung der Kupplung, wobei bei betätigtem Fahrpedal bei einem Anfahrvorgang das von der Kupplung übertragbare Drehmoment  $M_K$  erhöht wird und im wesentlichen auf einen vorgebbaren Wert  $M_{\text{sol}}$  gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Kupplung übertragbare Drehmoment vor Erreichen der Drehzahlgleichheit zwischen Motordrehzahl und Getriebedrehzahl zumindest kurzfristig erhöht und wieder abgesenkt wird.
2. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Kupplung übertragbare Drehmoment von dem ersten vorgebbaren Wert  $M_1$  auf einen erhöhten Wert  $M_2$  erhöht wird und anschließend wieder auf  $M_1$  abgesenkt wird.
3. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Kupplung übertragbare Drehmoment von dem ersten vorgebbaren Wert  $M_1$  auf einen erhöhten Wert  $M_2$  erhöht wird und anschließend bis zur Drehzahlgleichheit zwischen der Motor- und Getriebedrehzahl wieder abgesenkt wird.
4. Kraftfahrzeug nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhöhung des von der Kupplung übertragbaren Drehmomentes von  $M_1$  auf  $M_2$  abhängig von dem Grad der Fahrpedalbetätigung erfolgt.
5. Kraftfahrzeug nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhöhung des von der Kupplung übertragbaren Drehmomentes von  $M_1$  auf  $M_2$  abhängig von der

Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung des Fahrzeuges erfolgt.

6. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
das von der Kupplung übertragbare Drehmoment nach der Drehzahlgleichheit zwischen Motordrehzahl und Getriebedrehzahl erhöht wird.

5

10

15

20

25

30

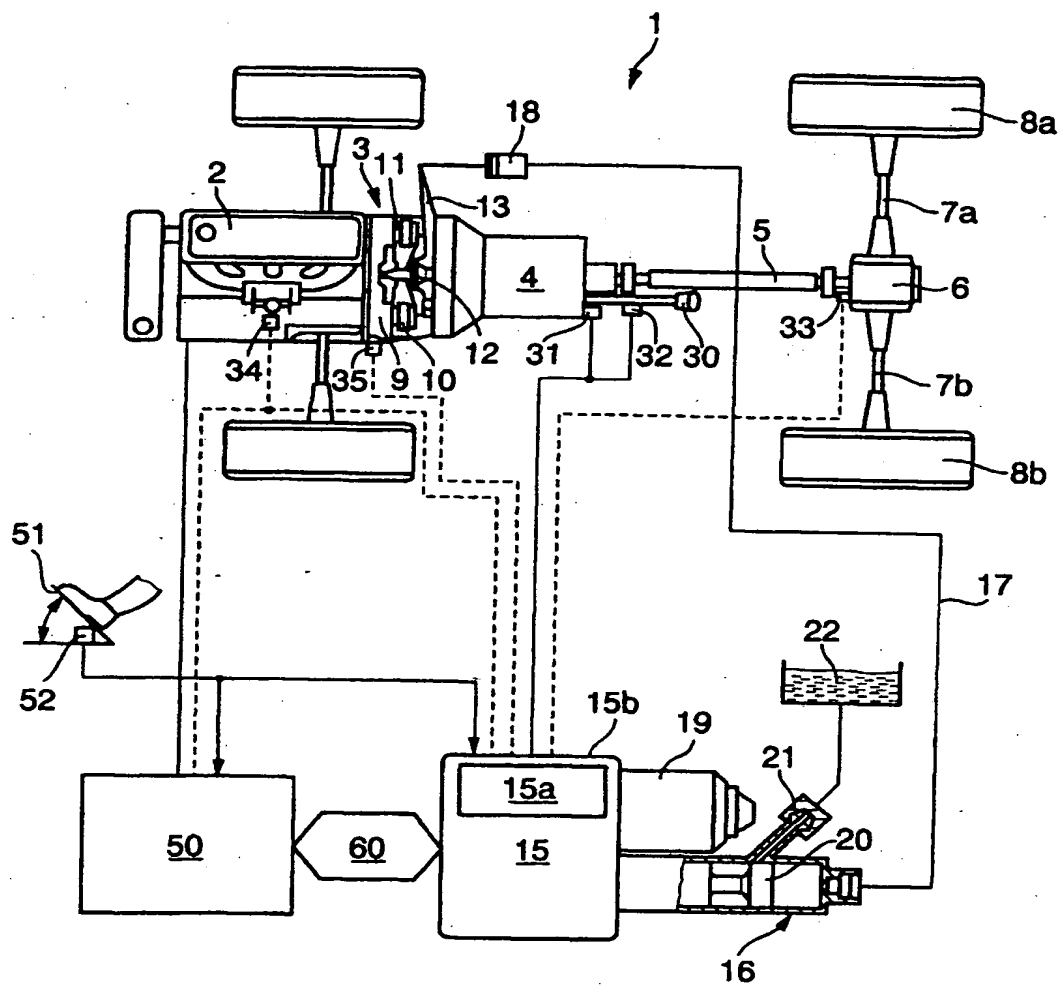
35

40

45

50

55



**Fig. 1**

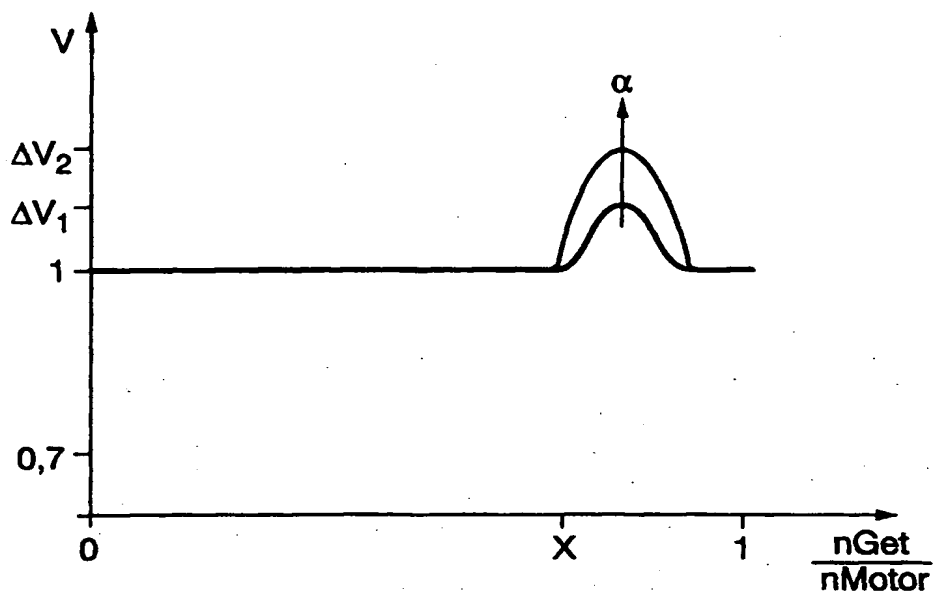


Fig. 2a

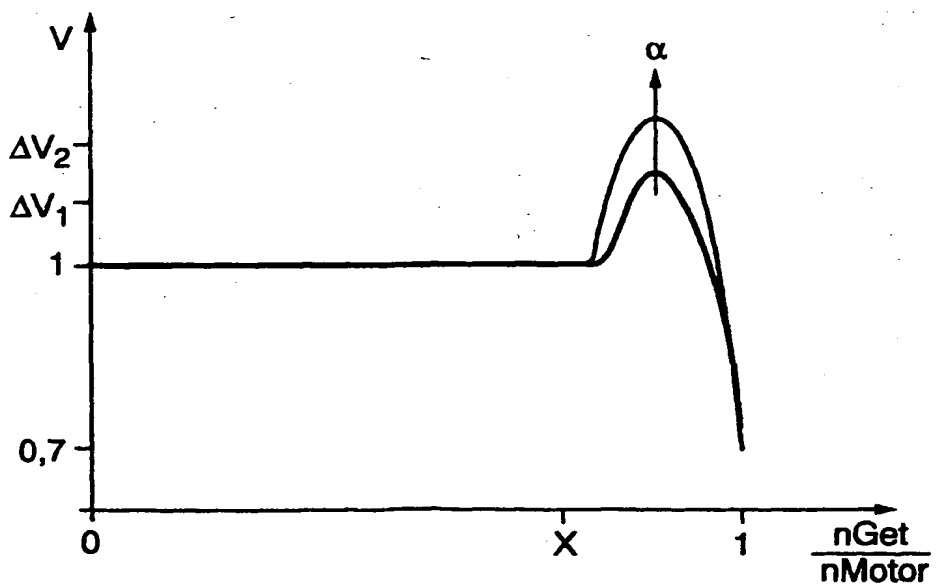


Fig. 2b



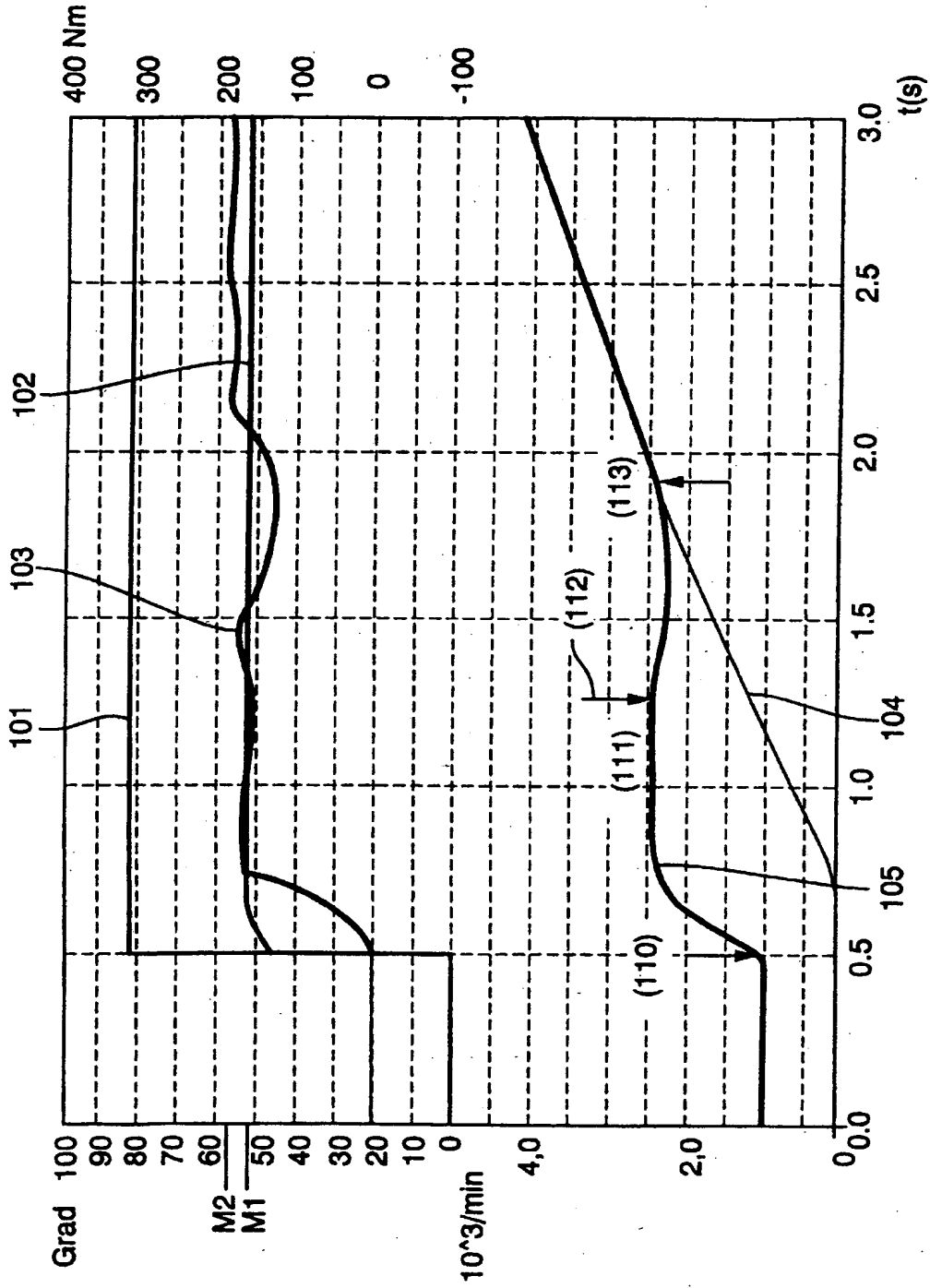


Fig. 3

